

Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) EP 0 758 714 A1

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:  
19.02.1997 Patentblatt 1997/08

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: F01N 3/20

(21) Anmeldenummer: 96112756.0

(22) Anmeldetag: 08.08.1996

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
AT DE FR GB IT

(30) Priorität: 12.08.1995 DE 19529835

(71) Anmelder: ADAM OPEL AG  
65423 Rüsselsheim (DE)

(72) Erfinder: Von Brand, Heinz-Ewo, Dipl.-Ing.  
55545 Bad Kreuznach (DE)

(74) Vertreter: Kämpfel, Heinz, Dipl.-Ing. et al  
Adam Opel AG,  
Patentwesen / 80-34  
65423 Rüsselsheim (DE)

(54) **Abgasstrang eines Ottomotors**

(57)

2.1 Bei Verwendung eines mit selektiver katalytischer Reduktion (SCR) arbeitenden Katalysators neben einem Oxydationskatalysator ist der Magerbetrieb eines Ottomotors problematisch, da der SCR-Katalysator funktionsbedingt vor dem Oxydationskatalysator angeordnet sein muß, er jedoch nur geringe Temperaturen verträgt. Bei Magerbetrieb treten für den SCR-Katalysator zu hohe Temperaturen auf.

2.2 Um auch bei Magerbetrieb mit den damit geringen CO<sub>2</sub> und HC<sub>x</sub>-Anteilen im Abgas einen SCR-Katalysator (10) zur Reduzierung des NO<sub>x</sub>-Anteils einsetzen zu können, wird dieser in einem Bypassrohr (7) eingefügt, welches parallel zu der Abgasrohrleitung (6) zwischen einer Lambda-Sonde (4) und dem Oxydationskatalysator (14) verläuft. Im Bypassrohr (7) und/oder in der Abgasrohrleitung (6) sind Abgasklappen (8, 9) angeordnet, die in Abhängigkeit von der Abgastemperatur und Motorparametern gesteuert sind. Der Einsatz von Startkatalysatoren (11) ist möglich.

2.3 Durch gezielte Verteilung der Abgasmengen über die Abgasrohrleitung (6) und das Bypassrohr (7) kann der SCR-Katalysator (10) vor Überhitzung geschützt werden. Damit kann der NO<sub>x</sub>-Anteil im Abgas auch bei Magerbetrieb bei ausreichender Lebensdauer des SCR-Katalysators (10) erheblich reduziert werden.

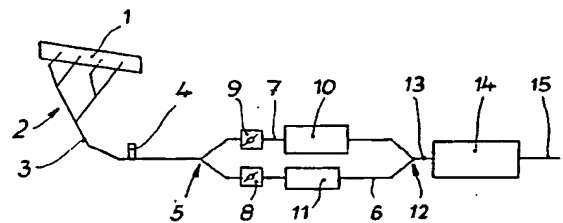


Fig. 2

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Abgasstrang eines Ottomotors, insbesondere zum Antrieb eines Kraftfahrzeuges, mit einer Abgasrohrleitung, einem durch eine Lambda-Sonde geregelten Dreiwege-Oxydationskatalysator und einem mit selektiver katalytischer Reduktion arbeitenden Katalysator, einem sogenannten SCR-Katalysator, zur weiteren Reduzierung von  $\text{NO}_x$ .

Beim Betrieb von Ottomotoren in Kraftfahrzeugen ist es üblich, im Abgasstrang mindestens einen Katalysator vorzusehen, welcher als Dreiwegekatalysator unverbrannte Kohlenwasserstoffe, Kohlenmonoxyd und zum Teil Stickoxyde in einem ausreichenden Maße abbaut, wenn der Motor mit einem annähernd stöchiometrischen Gemisch betrieben wird. Dies wird in bekannter Weise mittels einer Lambda-Regelung erreicht, bei der eine Sauerstoffsonde im motornahen Abgasstrom die Gemischzusammensetzung mißt.

Um den Anteil der Stickoxyde im Abgas weiter zu reduzieren, sind sogenannte Zweibettkatalysatoren bekannt (Bosch - Kraftfahrttechnisches Taschenbuch, 19. Auflage, 1984, Seite 445), bei denen in einem Gehäuse ein Reduktions- sowie ein Oxydationskatalysator untergebracht sind. Der Motor muß dabei mit einem fetten Gemisch bei einer Luftzahl Lambda von etwa 0,9 gefahren werden. Im ersten Katalysator, dem Reduktionskatalysator, wird  $\text{NO}$  reduziert, wobei u. a.  $\text{NH}_3$  entsteht. Nach Zugabe von Sekundärluft, z. B. mittels einer Sekundärluftpumpe, kann dann im zweiten Katalysator, dem Oxydationskatalysator, die Oxydation von  $\text{CO}$  und  $\text{HC}$  ablaufen. Dabei verbrennt aber auch ein Teil des  $\text{NH}_3$  wieder zu  $\text{NO}$ . Nachteilig ist auch, daß der Reduktionskatalysator nur eine relativ geringe Temperatur bis maximal  $700^\circ\text{C}$  verträgt, während bei Ottomotoren mit stöchiometrischem Gemisch oder magerer Abgastemperaturen deutlich über  $900^\circ\text{C}$  auftreten. Mit diesen bekannten Katalysatorenanordnungen ist somit nur ein verbrauchsungünstiger Motorbetrieb mit fettem Gemisch möglich.

Aufgabe der Erfindung ist es, einen Abgasstrang mit einem Oxydationskatalysator sowie einem Reduktionskatalysator zu schaffen, welcher einen kraftstoffverbrauchsenkenden Magerbetrieb mit entsprechend geringen Mengen an Kohlendioxyd bei ausreichender Lebensdauer ermöglicht und bei dem die Stickoxydanteile im Abgas trotzdem niedrig gehalten werden können.

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß der SCR-Katalysator in einem parallel zur Abgasrohrleitung zwischen der Lambda-Sonde und dem Oxydationskatalysator verlaufenden Bypassrohr angeordnet ist und zumindest das Bypassrohr oder die Abgasrohrleitung mit einer in Abhängigkeit von den Motorparametern beeinflussten Abgasklappe regelbar sind.

Damit kann bei hohem Anteil von  $\text{NO}_x$  im Abgas das vollständige Abgasvolumen oder auch nur ein Teil des Abgasvolumens vor Eintritt in den Oxydationskatalysator den SCR-Katalysator durchlaufen, wobei unter

der Voraussetzung der richtigen Temperatur von ca.  $300^\circ\text{C}$  bis maximal  $700^\circ\text{C}$  die im Abgas vorhandenen oder zugeführten  $\text{HC}$ -Bestandteile in  $\text{H}$  und  $\text{C}$  aufgelöst werden. Diese Elemente suchen Bindung zu Sauerstoff und oxydieren zu  $\text{H}_2\text{O}$  und  $\text{CO}_2$ . Ebenso wird  $\text{NO}_x$  aufgespalten in  $\text{N}$  und  $\text{O}$ , wobei die Sauerstoffatome Bindungen mit dem vorhandenen  $\text{H}$  und  $\text{C}$  eingehen und die freien Stickstoffatome sich zu  $\text{N}_2$ , dem in der Luft vorhandenen Stickstoffgas, verbinden. Das zuviel vorhandene  $\text{CH}$ -Gas geht als Schlupf durch den SCR-Katalysator und wird im nachfolgenden Oxydationskatalysator nachverbrannt.

Durch eine gezielte Steuerung des Durchflußvolumens kann der SCR-Katalysator auf seiner wirksamen Temperatur gehalten werden, auch wenn der nachfolgende Oxydationskatalysator bei einer höheren Temperatur arbeitet. Damit gelingt es, den Anteil der  $\text{NO}_x$ -Bestandteile am Abgas wesentlich zu reduzieren. Die Lebensdauer des SCR-Katalysators bleibt infolge der reduzierten Temperaturen gegenüber dem Oxydationskatalysator erhalten. Der Motor kann mit kraftstoffsenkendem Magerbetrieb gefahren werden, bei dem eine entsprechend geringe Menge Kohlendioxyd emittiert wird und trotzdem die Stickoxydanteile im Abgas niedrig gehalten werden.

In vorteilhafter Weise kann der Abgasstrang auch in Verbindung mit einem oder mehreren Startkatalysatoren betrieben werden, indem der bzw. die Startkatalysatoren in einem Bereich zwischen Lambda-Sonde und Oxydationskatalysator in der Abgasrohrleitung bzw. in einem Bereich des Abgaskrümmers angeordnet sind und von dem Bypassrohr umgangen werden.

Die Abgasklappen in dem Bypassrohr und/oder in der Abgasrohrleitung werden in Abhängigkeit von den Temperaturen des SCR-Katalysators und des Oxydationskatalysators sowie vom Sauerstoffanteil des Abgases an der Lambda-Sonde gesteuert. Zur Steuerung der Abgasklappen kann zusätzlich auch eine Stickoxydsonde Verwendung finden, die gleichfalls wie die Lambda-Sonde vor dem SCR-Katalysator im Abgasstrom angeordnet ist.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind nachstehend anhand von Zeichnungen näher beschrieben, wobei die Figuren 1 bis 3 schematisch jeweils ein Beispiel für einen erfindungsgemäßen Abgasstrang eines Vierzylindermotors darstellen.

Figur 1 zeigt eine Grundauführung der Erfindung. Am Abgasflansch 1 eines Vierzylinder-Ottomotors schließt ein Verteilerrohr 2 eines Abgaskrümmers 3 an. Am Abgaskrümmers 3 ist eine Lambda-Sonde 4 eingesetzt. In Figur 1 und 2 setzt sich der Abgasstrang fort bis zu einer Abzweigung 5, an welcher von einer Abgasrohrleitung 6 ein Bypassrohr 7 abzweigt. Sowohl in der Abgasrohrleitung 6 als auch im Bypassrohr 7 ist jeweils eine regelbare Abgasklappe 8 bzw. 9 angeordnet. Im Bypassrohr 7 ist darüber hinaus ein SCR-Katalysator 10 angeordnet.

Wie eine modifizierte Ausführungsform in Figur 2

zeigt, kann in der Abgasrohrleitung 6 ein Startkatalysator 11 vorgesehen sein. An einem Rohrknoten 12 laufen die Abgasrohrleitung 6 und das Bypassrohr 7 wieder in einem Sammelrohr 13 zusammen. Im Sammelrohr 13 ist ein geregelter Dreizeige-Oxydationskatalysator 14 angeordnet. Von diesem durchläuft das Abgas ein Endrohr 15 und gelangt durch dieses ins Freie.

Figur 3 zeigt eine gegenüber Figur 2 weiter modifizierte Ausführungsform der Erfindung. Am Abgasflansch 1 schließt hier ein Verteilerrohr 2' mit zwei Krümmerrohren 3' an, die mit einem Verbindungsrohr 16 zum Schwingungsausgleich der Gassäulen verbunden sind. In beiden Krümmerrohren 3' ist jeweils ein Startkatalysator 11' angeordnet. Im Verbindungsrohr 16 ist die Lambda-Sonde 4 eingesetzt. Vom Verbindungsrohr 16 geht ein Bypassrohr 7 aus. Die Krümmerrohre 3' laufen an einem Rohrknoten 17 zu der Abgasrohrleitung 6 zusammen. Sowohl in der Abgasrohrleitung 6 als auch in dem Bypassrohr 7 ist jeweils eine Abgasklappe 8 bzw. 9 angeordnet. Im Bypassrohr 7 befindet sich der SCR-Katalysator 10. Abgasrohrleitung 6 und Bypassrohr 7 laufen am Rohrknoten 12 zu einem Sammelrohr 13 zusammen, in dessen Verlauf ein geregelter Dreizeige-Oxydationskatalysator 14 angeordnet ist. Von diesem gelangt das Abgas über ein Endrohr 15 ins Freie. Die Abgasklappen 8 und 9 werden über elektrische oder pneumatische Stellmotoren bewegt, welche über einen elektronischen Rechner oder über das vorhandene elektronische Motormanagement entsprechend den Abgaswerten und Temperaturen gesteuert werden.

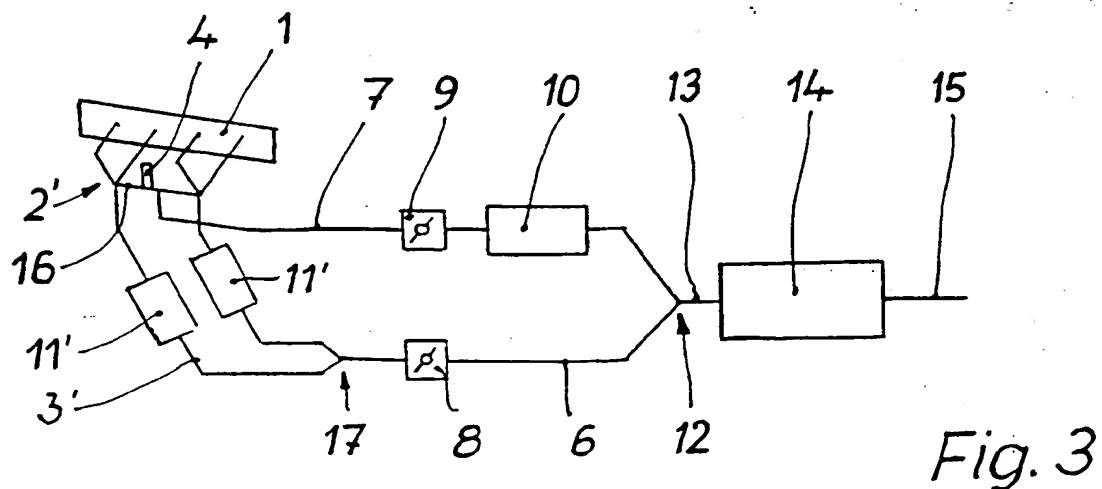
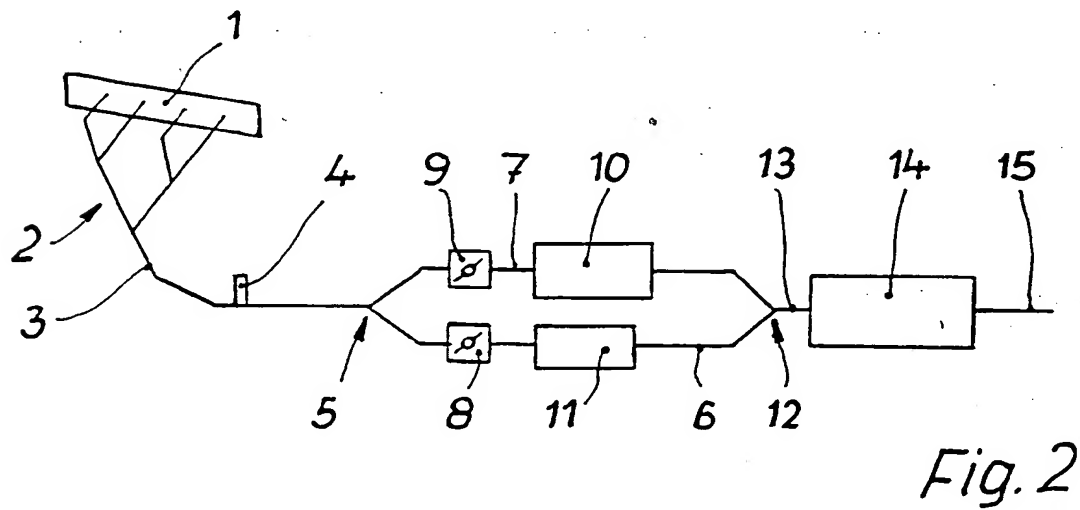
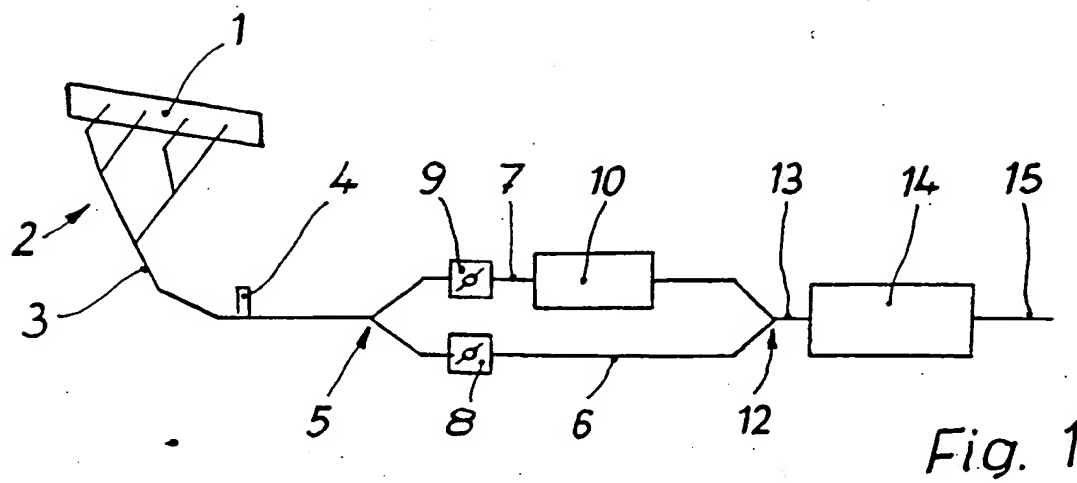
Mit einem derartigen Abgasstrang kann ein Ottomotor in einem kraftstoffsparenden Magerbetrieb gefahren werden, bei dem entsprechend geringe Mengen CO und HC mit dem Abgas emittiert werden. Die dabei auftretende erhöhte Temperatur des Abgases ist für das schnelle Ansprechen eines Startkatalysators und eines Oxydationskatalysators von Vorteil. Der bei dem Magerbetrieb auftretende erhöhte NO<sub>x</sub>-Anteil im Abgas wird in dem Volumen, welches durch den SCR-Katalysator geleitet wird, wieder reduziert. Da die Menge des durch den SCR-Katalysator strömenden Abgases temperaturabhängig geregelt wird, kann der SCR-Katalysator auch bei funktionsbedingt notwendiger Anordnung vor dem Oxydationskatalysator auf einem geringeren Temperaturniveau betrieben werden als der Oxydationskatalysator.

#### Patentansprüche

1. Abgasstrang eines Ottomotors, insbesondere zum Antrieb eines Kraftfahrzeuges, mit einer Abgasrohrleitung, einem durch eine Lambda-Sonde geregelten Dreizeige-Oxydationskatalysator und einem mit selektiver katalytischer Reduktion arbeitenden Katalysator, einem sogenannten SCR-Katalysator, zur weiteren Reduzierung von NO<sub>x</sub>, **dadurch gekennzeichnet**, daß der SCR-Katalysator (10) in einem parallel zur Abgasrohrleitung (6) zwischen

der Lambda-Sonde (4) und dem Oxydationskatalysator (14) verlaufenden Bypassrohr (7) angeordnet ist und zumindest das Bypassrohr (7) oder die Abgasrohrleitung (6) mit einer in Abhängigkeit von den Motorparametern beeinflussten Abgasklappe (8, 9) regelbar sind.

2. Abgasstrang nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß in einem Bereich zwischen Lambda-Sonde (4) und Oxydationskatalysator (14) ein oder mehrere Startkatalysatoren (11; 11') angeordnet sind und von dem Bypassrohr (7) umgangen werden.
3. Abgasstrang nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Abgasklappen (8, 9) in dem Bypassrohr (7) und/oder in der Abgasrohrleitung (6) in Abhängigkeit von der Temperatur des SCR-Katalysators (10) und des Oxydationskatalysators (14) sowie vom Sauerstoffanteil des Abgases an der Lambda-Sonde (4) gesteuert sind.
4. Abgasstrang nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß auf die Steuerung der Abgasklappen (8, 9) eine im Abgasstrom vor dem SCR-Katalysator (10) angeordnete Stickoxyd-Sonde einwirkt.



EP 0 758 714 A1



Europäisches  
Patentamt

## EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung  
EP 96 11 2756

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
A	EP-A-0 460 507 (TOYOTA JIDOSHA) * Spalte 3, Zeile 21 - Spalte 4, Zeile 10 * * Spalte 8, Zeile 4 - Spalte 9, Zeile 28; Abbildungen 1,9 *	1,2	F01N3/20
A	EP-A-0 433 772 (TOYOTA JIDOSHA) * Spalte 5, Zeile 15 - Spalte 6, Zeile 50 * * Spalte 9, Zeile 12 - Zeile 25; Abbildungen 1,2,7 *	1,3	
A	EP-A-0 556 854 (MITSUBISHI JIDOSHA) * Spalte 14, Zeile 15 - Spalte 21, Zeile 19; Abbildungen 13,16,17 *	1,3	
A	US-A-4 155 986 (GLADDEN) * das ganze Dokument *	1,3	
A	DE-C-43 10 962 (MTU MOTOREN- UND TURBINEN-UNION FRIEDRICHSHAFEN) * das ganze Dokument *	1	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6)
A	DE-C-43 34 071 (SIEMENS )		F01N
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 21. November 1996	Prüfer Friden, C
<b>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</b> X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)